FSC Fondo per lo Sviluppo e la Coesione

Presidenza del Consiglio dei Ministri
Ministro per gli Affari Europei, il Sud, le Politiche di Coesione e il PNRR

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

INVITALIA
L'AGENZIA PER LO SVILUPPO

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

MEF Ministero dell'Economia e delle Finanze

MINISTERO DELL'INTERNO

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

MINISTERO DEL TURISMO REPUBBLICA ITALIANA

Agenzia per la Coesione Territoriale

REPUBBLICA ITALIANA

REGIONE CALABRIA

Mims Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili

**Aggiudicazione servizio di ingegneria a architettura dell'Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa S.p.A. "Invitalia" in qualità di CENTRALE DI COMMITTENZA prot. n. 0255738 del 08.09.2023**

ENAC
ENTE NAZIONALE PER L'AVIAZIONE CIVILE

# AEROPORTO CIVILE DI LAMEZIA TERME (CZ)

SACAL Società Aeroportuale Calabrese

**REGOLAMENTO (UE) 139/2014 - CERTIFICAZIONE AEROPORTO E REGOLAMENTO (UE) 2015/1998**

| **A.U. - Accountable Manager** | **Maintenance Manager** | **CIRCOLARE ENAC APT-16** |
|---|---|---|
| Dott. Marco FRANCHINI | Ing. Filippo MALAFARINA | **Post Holder Progettazione** |
| | | Ing. Stefania RAIMONDO |

S.A.CAL. S.p.A. Società Aeroportuale Calabrese

## PROGETTO ESECUTIVO
## (Codice Appalti D. Lgs 36/2023)

Progetto: *"Riqualifica della viabilità e delle aree di sosta"* dell'aeroporto di Lamezia Terme - CIS L03.
-CIG: 9906072D35; CUP: H84G22000040009
Contratto Istituzionale di sviluppo *"CIS Volare"*
Ambito di intervento: Trasporti e mobilità sostenibili - Fondi CIS scheda L03
CONTRATTO SIA SACAL prot. n. n. 007/2024/RCA
PSA (Masterplan 2012-2027) approvazione ENAC nota n.107905 del 24.10.2017
ENAC "Scheda A" - L03 - parcheggi e viabilità


PROGETTISTA DELL'OPERA
Ing. Andrea Benincasa di Caravacio

GEOLOGI
Dott. Geol. Gianluigi Mazzilli - Dott. Geol. Pierluigi Arbore

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Geom. Salvatore Cipolla

BIM MANAGER
Arch. Marcella Blasi

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO
Ing. Matteo Mastroianni

Nemesis Ingegneria Srl
Via P. Toselli 6 - Torino
NEMESIS INGEGNERIA
Ing. Andrea Benincasa di Caravacio
Ing. Cristina Alasia
Geom. Salvatore Cipolla
Ing. Elisa Cappuccio
Geom. Juri Salza

Ingegneri Guadagnuolo & Partners Srl
Via A. Colavita 19 - Lamezia Terme (CZ)
INGEGNERI GUADAGNUOLO & PARTNERS
Ing. Alessandro Guadagnuolo
Ing. Luigi Guadagnuolo

SIGEA SaS
Via Savonarola 9 - Corato (BA)
Dott. Geol. Gianluigi Mazzilli
Dott. Geol. Pierluigi Arbore


ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO
Dott. Ing. R. ANDREA BENINCASA di CARAVACIO n° 6601 X

OGGETTO ELABORATO

# RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

Approvazione ENAC

| Riferimento Elaborato | Data | Scala | Codice elaborato | Rev. |
|---|---|---|---|---|
| | DICEMBRE 2025 | - | PE T00 IM00 IMP RE01 | C |

| REVISIONI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | D | | | | | |
| | C | DICEMBRE 2025 | REVISIONE | A. GUADAGNUOLO | A. GUADAGNUOLO | A. BENINCASA |
| | B | LUGLIO 2025 | REVISIONE A SEGUITO MODULI ISPETTIVI CONTECO | A. GUADAGNUOLO | A. GUADAGNUOLO | A. BENINCASA |
| | A | GIUGNO 2025 | PRIMA EMISSIONE | A. GUADAGNUOLO | A. GUADAGNUOLO | A. BENINCASA |
| | REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO |

# INDICE


1 OGGETTO ..... 2

2 RIFERIMENTI NORMATIVI ..... 3

2.1 Generale ..... 3
2.2 Guide CEI e regole tecniche generali ..... 3
2.3 Quadri ed impianti elettrici bt ..... 4
2.4 Protezioni contro le scariche atmosferiche e le sovratensioni ..... 6
2.5 Illuminazione ..... 7
2.6 Cavi elettrici ..... 8
2.7 Canalizzazioni elettriche ..... 9

3 INTERVENTI ..... 11

3.1 Elenco interventi previsti ..... 11
*3.1.1 Risparmio energetico e manutenzione* ..... 11

4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ..... 13

4.1 Riferimenti illuminotecnici ..... 14
4.2 Illuminazione parcheggi ..... 14

5 IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE ..... 15

5.1 Cabine elettriche ..... 15
5.2 Quadri bt ..... 16
5.3 Rete bt di distribuzione ..... 17
5.4 Cavidotti previsti esclusivamente come predisposizioni ..... 17

6 IMPIANTO DI VIDEO SORVEGLIANZA ..... 18

7 DIMENSIONAMENTO LINEE BT ..... 19

7.1 Metodologia di verifica ..... 19
*7.1.1 Protezione contro i sovraccarichi* ..... 19
*7.1.2 Protezione contro i contatti indiretti* ..... 19
*7.1.3 Energia specifica passante* ..... 20
*7.1.4 Caduta di tensione (caso generale)* ..... 21
*7.1.5 Lunghezza max protetta per guasto a terra* ..... 21
*7.1.6 Lunghezza max* ..... 22
7.2 Formule di calcoli e verifica utilizzate dal programma ..... 22
*7.2.1 Correnti di cortocircuito* ..... 22
*7.2.2 Verifica del potere di chiusura in cortocircuito* ..... 23
7.3 Lettura tabella riepilogative di verifica ..... 24
*7.3.1 Secondo tabelle UNEL 35024/1* ..... 24
*7.3.2 Secondo rapporto CENELEC RO 64-001 1991* ..... 24
*7.3.3 Secondo tabelle UNEL 35024/70* ..... 24
*7.3.4 Dati relativi alla protezione* ..... 25
7.4 Parametri elettrici ..... 25

# 1 OGGETTO

La presente relazione descrive gli impianti di distribuzione di bassa tensione, di illuminazione e di videosorveglianza, nell'ambito del progetto di riqualificazione del piazzale, dei parcheggi e della viabilità connessa, dell'Aeroporto di Lamezia Terme (CZ).

Va precisato che per alcune apparecchiature descritte con dettaglio nel seguito, è stato fatto riferimento a determinate tipologie di apparecchi con definite prestazioni operative, funzionali e di resa, non essendo possibile progettare, ad equivalenza di prestazioni, su tutto lo spettro delle apparecchiature disponibili in commercio.

Pertanto, in relazione alle apparecchiature che si debbono ritenere specialistiche, in quanto pur assicurando prestazioni equivalenti, differiscono costruttivamente in tutto od in parte da costruttore a costruttore (quali ad es. corpi illuminanti, apparecchi di protezione, etc.), i requisiti nel seguito della relazione possono essere sostituiti con requisiti tali da garantire caratteristiche funzionali e prestazioni operative e/o energetiche equivalenti o superiori a quelle riportate in questa relazione.

# 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

## 2.1 Generale

- DLgs n. 81 9 Aprile 2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.lgs. n. 106 del 3 agosto 2009 “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- Legge 01/03/68 n° 186: Impianti elettrici - Regola dell’arte;
- D.P.R. n. 462 del 22 Ottobre 2001 - “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”;
- Legge 18 Ottobre 1977 n. 791 - “Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione (G.U. 2 novembre 1977, n. 298)”;
- Standard UNI ISO 9001;

## 2.2 Guide CEI e regole tecniche generali

- Guida CEI 0-2 ed. marzo 2022, “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- Guida CEI 0-5 Fasc. 3953 Prima ed. ottobre 1997, “Dichiarazione CE di conformità - Guida all’applicazione delle Direttive Nuovo Approccio e della Direttiva Bassa Tensione” (Memorandum CENELEC N°3);
- Norma CEI EN 60038 Ed. agosto 2012 “Tensioni normalizzate CENELEC”;
- Norma CEI 11-15; EC1 Ed. gennaio 2014 “Esecuzione di lavori sotto tensione su impianti elettrici di Categoria II e III in corrente alternata” Errata corrige;
- Norma CEI 11-17 Ed. luglio 2006 Edizione Terza “Impianti di produzione e distribuzione energia elettrica: Linee in cavo” + aggiornamenti: V1 Ed. ottobre 2011 e V2 Ed. settembre 2023;
- Norma CEI UNI 70030 Class. CEI 11-47 Fascicolo 4769 Anno 1998 Edizione Prima “Impianti tecnologici sotterranei. Criteri generali di posa”;
- Guida CEI 121-5; EC1 Ed. settembre 2016 “Guida alla normativa applicabile ai quadri elettrici di bassa tensione e riferimenti legislativi” + aggiornamenti: V1 Ed. ottobre 2019;
- Norma CEI 20-40/1-1 Anno 2024, “Cavi elettrici. Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U). Parte 1: Criteri generali”;
- Norma CEI 20-40/2-1 Anno 2021, “Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50565-2 - Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) - Parte 2: Criteri specifici relativi ai tipi di cavo specificati nella Norma EN 50525”
- Norma It.IEEE C37.21-2005 Class. CEI STDPD95353 – CT 1/E – Fascicolo C37.21-2005 – Anno 2005 Inglese IEEE Standard for Control Switchboards

## 2.3 Quadri ed impianti elettrici bt

- CEI EN 60529/EC Ed. marzo 2019 “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”;
- CEI EN 60529/A1 Ed. giugno 2006 “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”;
- CEI EN 60529/A2/AC Ed. giugno 2019 “Gradi di Protezione degli involucri (Codice IP)”;
- Norma CEI 8-6 Fasc. 3859C Anno 1998 “Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica di bassa tensione”;
- Norma CEI 11-17 Fascicolo 8402 Anno 2006 Edizione Terza “Impianti di produzione e distribuzione energia elettrica: Linee in cavo”;
- Norma CEI 64-8/1 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali”;
- Norma CEI 64-8/2 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 2: Definizioni”;
- Norma CEI 64-8/3 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali”;
- Norma CEI 64-8/4 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza”;
- Norma CEI 64-8/5 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici”;
- Norma CEI 64-8/6 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche”;
- Norma CEI 64-8/7 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari”;
- Norma CEI 64-8/8 Ed. luglio 2024 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici”;
- Norma CEI EN 62208 Class. CEI 17-87 Fascicolo 11784 Anno 2012 “Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali”;
- CEI EN 61439-1 Ed. marzo 2022 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali”;
- EI EN 61439-5/EC Ed. novembre 2022 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche”;
- CEI EN 61009-1 Class. CEI 23-44 Fascicolo 8561 Anno 2006 Edizione Terza “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI EN 61009-1/A11 Class. CEI 23-44;V1 Fascicolo 9519 Anno 2008 “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI EN 61009-1/A12/A13 Class. CEI 23-44;V2 Fascicolo 10157 Anno 2010 “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”;

- CEI EN 61009-1/A14 Class. CEI 23-44;V3 Fascicolo 12166 Anno 2012 “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI EN 61009-1/A14/EC Class. CEI 23-44;V4 Fascicolo 12818 Anno 2013 “Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- Norma CEI EN IEC 60670-1 Ed. gennaio 2022 “Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali”;
- Norma CEI 23-51 Ed. aprile 2016 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”;
- CEI EN 60898-1 Ed. maggio 2019 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna”;
- CEI EN 60898-1/A1/A11 Ed. marzo 2006 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna”;
- CEI EN 60898-1/IS1/IS2/IS3/IS4 Ed. febbraio 2008 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna”;
- CEI EN 60898-1/A12 Ed. settembre 2009 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alterna”;
- CEI EN 60898-2 Ed. giugno 2022 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua”;
- CEI EN 61810-1 Ed. gennaio 2016 “Relè elementari elettromeccanici. Parte 1- Prescrizioni generali e di sicurezza”;
- Norma CEI EN 60255-1 Ed. maggio 2023 “Relè di misura e dispositivi di protezione. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- Norma CEI 60695-2-12 Ed. settembre 2022 “Prove relative ai pericoli di incendio - Parte 2-12: Metodi di prova al filo incandescente - Metodi di prova dell'indice di infiammabilità al filo incandescente (GWFI) per materiali”;
- CEI EN 50085-1/A1 Ed. febbraio 2014 “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- CEI EN 50085-2-3 Ed. novembre 2010 “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-3 : Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all’interno di quadri elettrici”;
- CEI EN 60947-1/AC Ed. ottobre 2023 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali”;
- CEI EN 60947-2 Ed. marzo 2019 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”;
- CEI EN 60947-2/A1 Ed. luglio 2020 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici”;
- Norma CEI EN 60947-3/AC Ed. febbraio2023 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, Interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili”;
- Norma CEI EN 60715 Ed. febbraio 2019 “Dimensioni delle apparecchiature a bassa tensione. Profilati di supporto normalizzati per il sostegno dei dispositivi elettrici.”;
- Norma CEI EN 60947-4-1/AC Ed. settembre 2021 “Apparecchiature a BT. Parte 4-1: Contattori e avviatori - Contattori e avviatori elettromeccanici”;
- CEI EN 60947-4-2 Ed. maggio 2023 “Apparecchiature a bassa tensione - Parte 4-2: Contattori e avviatori - Regolatori, avviatori e avviatori progressivi a semiconduttori”;

- Norma CEI EN 60127-1 Ed. novembre 2009 “Fusibili miniatura. Parte1: Definizione per fusibili miniatura e prescrizioni generali per cartucce di fusibili miniatura.”;
- Norma CEI EN 60127-1/A1 Ed. novembre 2011 “Fusibili miniatura. Parte1: Definizione per fusibili miniatura e prescrizioni generali per cartucce di fusibili miniatura.”;
- Norma CEI EN 60127-1/A2 Ed. maggio 2016 “Fusibili miniatura. Parte1: Definizione per fusibili miniatura e prescrizioni generali per cartucce di fusibili miniatura.”;
- Norma CEI EN 60127-2 Ed. marzo 2016 “Fusibili miniatura. Parte 2: Cartucce”;
- Norma CEI EN 60127-4/A2 Ed. novembre 2014 “Fusibili miniatura. Parte 4: Cartucce modulari universali (UMF). Tipi di montaggio in superficie e attraverso foro”;
- Norma EN 60127-5 Ed. Maggio 2019 “Fusibili miniatura. Parte 5: Guida per la determinazione della qualità delle cartucce per fusibili miniatura”;
- Norma EN 60127-6 Ed. marzo 2016 “Fusibili miniatura. Parte 6: Supporti per cartucce di fusibili miniatura”;
- Norma CEI EN 60127-10 Ed. aprile 2004 “Fusibili miniatura. Parte 10: Guida per l'utilizzatore dei fusibili miniatura”;
- Norma CEI 32-12 Ed. ottobre 2014 “Fusibili per bassa tensione. Parte 2: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone qualificate (fusibili principalmente per applicazioni industriali) - Esempi di fusibili normalizzati A-K”;
- Norma CEI 32-12;V1 Ed. marzo 2023 “Fusibili per bassa tensione. Parte 2: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone qualificate (fusibili principalmente per applicazioni industriali) - Esempi di fusibili normalizzati A-K”;
- Norma CEI 32-13 Ed. febbraio 2013 “Fusibili per bassa tensione. Parte 3: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone non qualificate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari). Esempi di fusibili normalizzati A-F”;
- Norma CEI 32-13;V1 Ed. ottobre 2014 “Fusibili per bassa tensione. Parte 3: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone non qualificate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari). Esempi di fusibili normalizzati A-F”;
- Norma CEI 32-13;V2 Ed. marzo 2023 “Fusibili per bassa tensione. Parte 3: Prescrizioni supplementari per fusibili utilizzati da persone non qualificate (fusibili principalmente per applicazioni domestiche e similari). Esempi di fusibili normalizzati A-F”;
- Norma CEI EN 60947-7-1 Ed. aprile 2010 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie- Morsetti componibili per conduttori di rame”;
- Norma CEI EN 60947-7-2 Ed. aprile 2010 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7-2: Apparecchiature ausiliarie- Morsetti componibili per conduttori di protezione di rame.”;

## 2.4 Protezioni contro le scariche atmosferiche e le sovratensioni

- Standard IEC 61643- 1 : 1998 – 2, DIN VDE 0675 – 6: 1989 “Surge protective device connected to low voltage power distribution system – Performance requirements and testing method ” Limitatori di sovratensione collegati ad impianti d’energia con tensione fino a 1000V c.a.
- Standard IEC 60364 “Electrical installation of buidings” (Scelta ed installazione dei dispositivi SPD – Impianti elettrici utilizzatori);
- Standard IEC 60364-1 “Low voltage switchgear and controlgear assemblies (Coordinamento dell’isolamento degli apparecchi in B.T.)”;

- Standard IEC 61024 – 1: 1990, DIN V ENV 61024 -1, VDE 0185, parte100 - Prova di corrente da fulmine;
- Norma CEI EN 62305 Class. CEI 81-10 Fascicolo 99997 Anno 2013 “Serie di Norme CEI EN 62305 per la protezione contro i fulmini. Principi generali. Valutazione del rischio. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”;
- CEI EN 61643-21 Class. CEI 37-6 Fascicolo 6777 Anno 2003 Edizione Prima “Dispositivi di protezione dagli impulsi a bassa tensione. Parte 21: Dispositivi di protezione dagli impulsi collegati alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali - Prescrizioni di prestazione e metodi di prova”;
- CEI EN 61643-11 Class. CEI 37-8 Fascicolo 12782E Anno 2013 “Limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove”;
- CEI EN 61643-331 Class. CEI 37-9 Fascicolo 7853 E Anno 2005 Edizione Prima “Componenti per limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 331: Specifiche per varistori ad ossidi metallici (MOV)”;
- CEI CLC/TS 61643-22 Class. CEI 37-10 Fascicolo 8687 Anno 2007 Edizione Prima “Limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 22: Limitatori di sovratensioni connessi alle reti di telecomunicazione e di trasmissione dei segnali. Scelta e principi applicativi”;
- CEI CLC/TS 61643-12 Class. CEI 37-11 Fascicolo 10811E Anno 2010 “Limitatori di sovratensioni di bassa tensione. Parte 12: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Scelta e principi di applicazione”;

## 2.5 Illuminazione

- Norma CEI 64-19 Ed. febbraio 2014 “Guida agli impianti di illuminazione esterna”;
- Norma CEI 64-19;V1 Ed. febbraio 2016 “Guida agli impianti di illuminazione esterna”;
- Norma UNI EN 40-1: 1992 “Pali per illuminazione - Parte 1: Definizioni e termini”;
- Norma UNI EN 40-2: 2004 “Pali per illuminazione - Parte 2: Requisiti generali e dimensioni”;
- Norma UNI EN 40-3-1: 2013 “Pali per illuminazione - Parte 3-1: Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-1: Progettazione e verifica - Specifica dei carichi caratteristici ”;
- Norma UNI EN 40-3-2: 2013 “Pali per illuminazione - Parte 3-2: Pali per illuminazione pubblica - Parte 3-2: Progettazione e verifica - Verifica tramite prova”;
- Norma UNI EN 40-3-3: 2013 “Pali per illuminazione - Parte 3-3: Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo”;
- Norma UNI EN 40-4: 2006 “Pali per illuminazione - Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso”;
- Norma UNI EN 40-5: 2003 “Pali per illuminazione pubblica. Specifiche per pali per illuminazione pubblica di acciaio”;
- Norma UNI 11248 Anno 2016 “Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche”;
- CEI EN IEC 60598-1 Ed. ottobre 2022 “Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni Generali e Prove”;
- CEI EN IEC 60598-1/EC Ed. maggio 2023 “Apparecchi di illuminazione - Parte 1: Prescrizioni Generali e Prove”;
- CEI EN 60598-2-5 Ed. aprile 2016 “Apparecchi di illuminazione - Parte 2-5: Prescrizioni Particolari - Proiettori”;

- CEI EN 60598-2-3/A1 + EC Ed. aprile 2012 “Apparecchi di illuminazione - Parte 2: Prescrizioni Particolari - Sezione 3: Apparecchi per Illuminazione Stradale”;
- Norma CEI EN 61547 Ed. giugno 2023 “Apparecchiature per illuminazione generale - Prescrizioni di immunità EMC;

## 2.6 Cavi elettrici

- Norma CEI-UNEL 35747 Class. CEI 20 Fascicolo 4079 Anno 1997 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi unipolari senza guaina per uso generale”;
- Norma CEI-UNEL 35386 Fascicolo 6219 Anno 2001 Edizione Prima “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) resistente al calore sotto guaina pesante di CSP o altro equivalente elastomero sintetico, con più di 5 conduttori”;
- Norma CEI-UNEL 35386 Class. CEI 20 Fascicolo 6219 Anno 2001 Edizione Prima “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi flessibili isolati con mescola elastomerica (EPR) resistente al calore sotto guaina pesante di CSP o altro equivalente elastomero sintetico, con più di 5 conduttori”;
- Norma CEI-UNEL 353;Ab3 Class. CEI 20 Fascicolo 10147 Anno 2010 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V”;
- Norma CEI 20-22/0 Fasc. 6727 anno 2002 “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d’incendio- Prova di propagazione verticale della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio. Parte 0 – Generalità e scopo”;
- Norma CEI 20-24;Ab Class. CEI 20-24;Ab Fascicolo 8399 Anno 2006 “Giunzioni e terminazioni per cavi di energia”;
- Norma CEI 20-27 Fasc. 5640 Anno 2000 “Cavi per energia e segnalamento Sistema di designazione”;
- Norma CEI 20-33;Ab Class. CEI 20-33;Ab Fascicolo 8559 Anno 2006 “Giunzioni e terminazioni per cavi di energia a tensione Uo/U non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua”;
- Norma CEI 20-34/0-1;V1 Class. CEI 20-34/0-1;V1 Fascicolo 10646 Anno 2010 “Metodi di prova per materiali isolanti e di guaina dei cavi elettrici. Parte 0: Metodi di prova per applicazioni generali Sezione 1: Prove”;
- Norma CEI EN 50265-1 anno 1999 Class. CEI 20-35/1 fasc. 5322 “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d’incendio- Prova di propagazione della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato. Parte 1– Apparecchiatura di prova”;
- Norma CEI EN 50200 Class. CEI 20-36/4-0 Fascicolo 8995 Anno 2007 Edizione Seconda “Metodi di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l’uso in circuiti di emergenza”;
- Norma CEI EN 50267-1 Class. CEI 20-37/2-0 Fascicolo 5325 Anno 1999 Edizione Prima “Metodi di prova comuni per cavi in condizioni d’incendio- Prova sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi Parte 0 – Generalità e scopo”;
- Norma CEI 20-38 Class. CEI 20-38 Fascicolo 9876 Anno 2009 Edizione Terza “Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l’incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV”;
- Norma CEI 20-45 fasc. 6945 anno 2003 “Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV”;
- Guida CEI 20-40 Fasc. 4831:1998 “Guida per l'uso di cavi armonizzati a bassa tensione”;

- Norma CEI 20-65 anno 2000 Fasc. 5836 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.”;
- Norma CEI EN 50334 Class. CEI 20 Fascicolo 6292 Anno 2001 Edizione Terza “Marcatura mediante iscrizione per l’identificazione delle anime dei cavi elettrici”;
- Norma CEI-UNEL 35024/1 Class. CEI 20 Fascicolo 3516 Anno 1997 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- Norma CEI-UNEL 35024/2 Class. CEI 20 Fascicolo 3517 Anno 1997 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- Norma CEI-UNEL 35024/1;Ec Class. CEI 20 Fascicolo 4610 Anno 1998 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria”;
- Norma CEI–UNEL 35026 Fasc. 5777 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”;
- Norma CEI-UNEL 35011 Fasc. 5757 Anno 2000 “Cavi per energia e segnalamento”;
- Norma CEI-UNEL 35011;V1 Class. CEI 20 Fascicolo 6756 Anno 2002 “Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione”;
- Norma CEI 20-27;V1 Class. CEI 20-27;V1 Fascicolo 6337 Anno 2001 “Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione”;
- Norma CEI 64-8/5 Class. CEI 64-8/6 Fascicolo 11961 Anno 2012 Edizione +EC1 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici”;
- Norma CEI EN 60228 Class. CEI 20-29 Fascicolo 7885 Anno 2005 Edizione Terza+EC 1 “Conduttori per cavi isolati”;
- Norma CEI 20-52;Ab Class. CEI 20-52;Ab Fascicolo 9961 Anno 2009 “Cavi elettrici. Metodi di prova per la determinazione della quantità di piombo presente nelle mescole per gli isolamenti, i rivestimenti e le guaine”;

## 2.7 Canalizzazioni elettriche

- Norma CEI EN 50085-1 Ed. marzo 2006 “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- Norma CEI EN 50085-1/A1 Ed. febbraio 2014 “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali”;
- Norma CEI EN 50085-2-3 Ed. novembre 2010 “Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di canali con feritoie laterali per installazione all'interno di quadri elettrici”;
- Norma CEI EN 62275 Ed. maggio 2020 “Sistemi di canalizzazione e accessori per cavi - Fascette di cablaggio per installazioni elettriche”;
- Norma CEI EN 62549 Ed. aprile 2012 “Sistemi articolati e flessibili per la guida dei cavi”;
- Norma CEI EN 61386-1 Ed. aprile 2009 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte1: prescrizioni generali”;

- Norma CEI EN 61386-1/A1 Ed. ottobre 2020 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte1: prescrizioni generali”;
- Norma CEI EN 61386-24 Ed. settembre 2011 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati. Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati”;
- Norma CEI EN 61386-23 Ed. settembre 2022 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori”;

Oltre alle norme sopra riportate, nella fase di esecuzione dell’impianto dovranno essere seguite le normative UNI ed UNI EN esistenti, riguardanti materiali, apparecchiature e relative modalità di installazione, nonché le normative CEI riguardanti i collegamenti elettrici di potenza e di segnale, ove applicabili.

# 3 INTERVENTI

## 3.1 Elenco interventi previsti

In generale, gli interventi possono essere così sintetizzati:

- realizzazione di nuovi cavidotti interrati per la rete di bassa tensione a servizio dell'impianto di illuminazione della viabilità e dei nuovi parcheggi (parcheggio P1, parcheggi A1, A2 e A3 (rent a car), parcheggio soste brevi arrivi, parcheggio soste brevi partenze e parcheggi per bus);
- realizzazione dell'impianto di distribuzione bt a servizio dei nuovi impianti di illuminazione;
- impianto di illuminazione della viabilità e dei parcheggi, il tutto realizzato con corpi illuminanti a LED;
- installazione, su parte dei pali dell'impianto di illuminazione, di videocamere a colori per realizzare l'impianto di videosorveglianza;
- realizzazione di una rete in fibra ottica per il collegamento delle videocamere al complesso delle apparecchiature di monitoraggio e registrazione video.

Trattandosi di un impianto di illuminazione costituito da quadri elettrici (dei quali uno installato in un locale di un edificio esistente, gli altri all'esterno in prossimità delle cabine di competenza), pali, corpi illuminanti, cavi e cavidotti, non si applica la normativa relativa al calcolo del rischio di fulminazioni; si è provveduto unicamente a prevedere opportuni scaricatori di sovratensione in ciascun quadro elettrico, immediatamente a valle dell'interruttore generale.

La progettazione delle dotazioni impiantistiche è stata condotta al fine di ottenere i seguenti obiettivi:

- continuità di esercizio (affidabilità e durabilità dei sistemi, manutenibilità sistemi),
- risparmio energetico per il gestore (nuove tecnologie, sistemi di gestione avanzati).
- elevato livello di sicurezza per la popolazione (riduzione del rischio),
- elevato comfort per gli utenti in condizioni di esercizio (visibilità).

Gli obiettivi della progettazione sono stati ottenuti attraverso la semplificazione del sistema mirata all'incremento dell'affidabilità, all'incremento della sicurezza, alla riduzione dei costi.

Sono state quindi studiate soluzioni mirate alla facilitazione della manutenzione degli impianti.

### *3.1.1 Risparmio energetico e manutenzione*

Le strategie che si intendono adottare, finalizzate al risparmio energetico ed alla facilità di manutenzione, comportano risparmi quantificabili nell'ordine del 20%, mediante l'utilizzo di apparecchi illuminanti a LED in alternativa ai tradizionali apparecchi equipaggiati con lampade SAP (sodio ad alta pressione).

In virtù dell'utilizzo di corpi illuminanti a LED di ultima generazione qualità della luce ed efficienza luminosa sono due caratteristiche che hanno un'influenza diretta sul tema della sicurezza stradale. Migliori caratteristiche visive permettono infatti di migliorare significativamente le condizioni di sicurezza della

circolazione stradale, riducendo complessivamente i rischi di incidenti con tutti i benefici che ciò può determinare per l'Ente gestore.

Il sistema a LED, oltre a generare risparmi dal punto di vista economico, comporta anche un minore inquinamento con minori emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera.

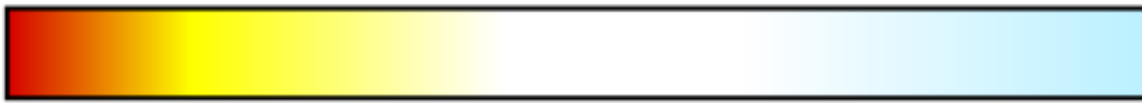
Sussistono poi ulteriori vantaggi riguardanti le prestazioni sia in valore assoluto che in termini di durata (vita media): migliore qualità della luce, maggiore efficienza luminosa e vita utile.

Relativamente al tema della qualità della luce, la luce emessa dalle lampade al sodio è tipicamente gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano e di conseguenza i colori non sono riprodotti fedelmente ed è quindi necessaria più luce per garantire una visione sicura. I LED, al contrario, emettono luce bianca fredda che permette di ottenere un'illuminazione sicura per gli utenti, abbassando i tempi di reazione all'imprevisto e riducendo il consumo di energia.

In merito a questo ultimo punto, l'illuminazione stradale a LED si traduce infatti anche in un aumento della sicurezza per gli utenti della strada, in quanto la luce bianca dei LED, dovuta all'alta "temperatura di colore" di questo tipo di sorgente luminosa (4000-6000 K) è molto simile alla luce diurna, e consente una miglior distinzione e percezione degli ostacoli rispetto alla luce gialla al sodio.

A titolo esemplificativo qui di seguito sono riportate le temperature di colore di alcune sorgenti di luce comuni:

- Luce solare a mezzogiorno: 5 400 K
- Luce del cielo: da 10 000 a 18 000 K
- Lampada Photoflood da 500 W per uso fotografico: 3 400 K
- Lampada da 100 W per uso generale: 2 900 K
- Lampada da 40 W per uso generale: 2 650 K



Una temperatura bassa (sempre però nell'incandescenza, intorno ai 2000 K) corrisponde ad un colore giallo-arancio, simile a quella del sodio AP. Scendendo si passa al rosso ed all'infrarosso, non più visibile, mentre salendo di temperatura la luce si fa dapprima più bianca, quindi azzurra, violetta ed ultravioletta. Quando comunemente si dice che una luce è calda, in realtà questa corrisponde ad una temperatura di colore bassa, viceversa un temperatura maggiore produce una luce definita comunemente fredda. Come si evince dalle immagini di seguito riportate è già sufficiente l'adozione di una lampada con una temperatura di colore simile a quella diurna per ottenere contorni più netti degli ostacoli.

L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce artificiale hanno infatti evidenziato che, in base alla luminanza, l'occhio umano utilizza o meno tutti gli apparati percettivi dell'organo (coni e bastoncelli). I risultati scientifici hanno anche indicato che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu, come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza. Le lampade al sodio ad alta pressione presentano, al contrario, uno spettro centrato nella banda del rosso, molto al di fuori del picco di sensibilità dell'occhio umano, e pertanto per eguagliare i risultati dei LED abbisognano di una luminanza di gran lunga superiore.

In tema di efficienza Luminosa le lampade al sodio, essendo omnidirezionali, diffondono la luce in tutte le direzioni ed è necessario pertanto dotare i corpi illuminanti di parabola per recuperare e concentrare

circa la metà del fascio di luce; l'efficienza luminosa finale è quindi circa pari al 50% di quella effettivamente emessa. Al contrario, i LED emettono un fascio di luce diretto e non necessitano di parabole, per cui l'efficienza luminosa finale è prossima al 100%. Inoltre il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere ulteriormente il fascio luminoso.

I LED sono montati su uno speciale supporto con caratteristiche di alta dissipazione del calore; è proprio il contenimento delle temperature di esercizio che garantisce, tra le altre cose, una lunga durata a tali diodi. Ogni lampada incorpora poi appositi alimentatori con regolatori a corrente costante per il pilotaggio dei LED. Queste due caratteristiche assicurano un'alta efficienza luminosa per tutta la vita utile della lampada (circa 100.000 ore). L'efficienza luminosa delle lampade SAP, al contrario, registra un sensibile calo dopo le primissime ore di funzionamento per poi stabilizzarsi nel corso dell'esercizio per la sua vita utile media (circa 15.000 ore).

Con temperature di giunzione per le apparecchiature proposte pari a circa 62° C sarà possibile garantire una vita della lampada (MTBF: tempo medio prima che l'apparecchiatura diventi inutilizzabile) pari a circa 130.000 ore (circa 15 anni), molto superiore a quella tipica di una lampada SAP, pari a circa 15.000 ore. Quest'ultima, infine, dopo 15.000 ore smette di funzionare e l'intervento manutentivo diventa necessario ed impellente per questioni di sicurezza; al contrario, con le lampade a LED il concetto di vita utile è associato alla durata media di funzionamento con valori del flusso luminoso almeno pari al 70% di quello iniziale per cui l'intervento manutentivo non sarà mai impellente ma potrà al contrario essere programmato (il LED continua infatti ad funzionare e ad emettere luce, anche se con un flusso luminoso più basso).

Le armature potranno poi essere dotate del modulo di controllo integrato che permette di conseguire importanti vantaggi di manutenibilità quali:

- Telecontrollo e regolazione del flusso luminoso totale emesso dall'apparecchio da 0 a 100%, sia manualmente attraverso appositi circuiti che secondo orari reimpostabili;
- Calcolo istantaneo del consumo dell'apparecchio;
- Misure della temperatura di funzionamento nel punto di saldatura dei LED e relativi allarmi;
- Rilievo dello stato di funzionamento (funzionante o guasto) e relativi allarmi;
- Misure del numero di ore di funzionamento.

# 4 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Il progetto dell'impianto di illuminazione, nonché le tipologie di corpi illuminanti dei quali è prevista l'installazione, rispettano i criteri stabiliti nell'allegato al D.M. del 27 settembre 2017, "Criteri ambientali minimi - Aggiornamento dei CAM adottati con DM 23 dicembre 2013".

Nel dettaglio, verranno previsti corpi illuminanti per illuminazione stradale del tipo "A", come definito al paragrafo 4.2.3.1 dei CAM sopracitati; questi apparecchi, inoltre, oltre alla Dichiarazione di conformità UE, dovranno avere almeno le seguenti caratteristiche:

| **Proprietà dell'apparecchio di illuminazione** | **Valori minimi** |
|---|---|
| IP vano ottico | IP65 |
| IP vano cablaggi | IP55 |
| Categoria di intensità luminosa | ≥ G * 2 |

| | |
|---|---|
| Resistenza agli urti (vano ottico) | IK06 |
| Resistenza alle sovratensioni | 4 kV |

(ibidem tab. 1 paragrafo 4.2.3.2)

## 4.1 Riferimenti illuminotecnici

Gli impianti di illuminazione oggetto della presente relazione tecnica saranno dimensionati rispettando le indicazioni contenute nelle Norme UNI 10819, UNI 11248 e UNI EN 13201.

I calcoli illuminotecnici relativi verranno eseguiti sulla base delle categorie di esercizio riportate in tabella con i risultati del calcolo:

| AMBIENTE | CATEGORIA | ILLUMINAMENTO MEDIO |
|---|---|---|
| Parcheggi | P1 | 15 lux |
| Pista ciclabile | P1 | 15 lux |
| Strade locali extraurbane | M4 (C3) | 15 lux |

## 4.2 Illuminazione parcheggi

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti dei parcheggi.

Le soluzioni progettuali adottate hanno contemplato l'esigenza di contenere i consumi energetici e i costi di gestione oltre a diminuire l'inquinamento luminoso.

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla norma nazionale UNI 11248 (Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche).

La suddetta norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione per contribuire alla sicurezza degli utenti delle strade a completamento delle normative europee EN 13201.

Le prestazioni luminose richieste sono state ottenute mediante lampade a LED.

Gli impianti di illuminazione stradale devono conseguire altri obiettivi; per esempio devono realizzare la cosiddetta guida visiva: cioè devono facilitare l'individuazione della corretta traiettoria di marcia.

Questo obiettivo è stato raggiunto attraverso una specifica disposizione dei centri luminosi che evita discontinuità grazie ad una regolare successione geometrica.

Gli impianti elettrici di potenza suddetti si possono così riassumere:

Gli impianti di illuminazione dei parcheggi verranno alimentati dagli appositi nuovi quadri di illuminazione previsti all’interno della sala quadri adiacente alla control room ed in prossimità delle cabine C4 e C5. L'accensione e lo spegnimento dell'impianto sarà comandato da un sistema regolabile da fotocellula e da

interruttore orario; la regolazione della luminosità dell'impianto sarà effettuata con programmazione oraria/settimanale.

Per la distribuzione dell'alimentazione agli impanti di illuminazione si impiegheranno cavi unipolari di tipo FG16R16 0.6/lkV; il collegamento finale al corpo illuminante verrà realizzato all'interno dei pozzetti di derivazione, collegando con muffole stagne i cavi di distruzione FG16R16 con i cavi di alimentazione del singolo corpo illuminante, del tipo FG16OM16, sezione 2x2,5 mmq; i cavi di distribuzione avranno sezioni tali da contenere la caduta di tensione entro il 4%.

L'impianto di illuminazione è costituito da apparecchi in classe di isolamento II, pertanto non è prevista la distribuzione del conduttore di messa a terra.

La distribuzione sarà realizzata con linee interrate e protette da tubi in polietilene di tipo corrugato a doppia parete diametro 160 mm ad una profondità minima di 60 cm.

Ogni 25/35 m, e comunque in corrispondenza di ogni cambio di direzione, verrà realizzato un pozzetto onde facilitare la posa delle linee elettriche. Tali pozzetti saranno dislocati comunque in corrispondenza di ogni punto luce al fine di permettere la derivazione del cavo di alimentazione al punto luce stesso.

# 5 IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE

## 5.1 Cabine elettriche

Le nuove cabine elettriche denominate C4 e C5 esulano dal presente appalto, e pertanto non sono oggetto di progettazione civile né impiantistica.

La cabina di alimentazione degli impianti relativi alle pertinenze "Rent a car" è, nel presente appalto, unicamente oggetto di progettazione civile.

Infine, il vano identificato come "Vano quadro elettrico", con una superficie complessiva di circa 33,8 m², è un vano destinato ad uso esclusivo del personale tecnico autorizzato finalizzato all'alloggiamento del quadro elettrico "Q.ILL".

Il locale è accessibile esclusivamente dall'esterno, tramite ingresso dedicato, ed è dotato di ventilazione naturale, garantita da due griglie di aerazione, una in posizione bassa e una in posizione alta in modo da favorire il ricambio d'aria.

Il locale è conforme alle norme tecniche vigenti ed in particolare alla CEI 64-8 ed alla CEI EN 61439 oltre alle prescrizioni generali di sicurezza impiantistica.

Il vano in argomento, infatti, è destinato esclusivamente ad attività tecniche e non è accessibile al personale non autorizzato.

L'accesso è garantito tramite porta dedicata di dimensioni conformi, esplicitate nel relativo elaborato grafico, tali da garantire il corretto svolgimento delle operazioni di ispezione e manutenzione in sicurezza. Il locale ha inoltre superficie ampiamente adeguata ad ospitare un quadro elettrico, con adeguato spazio fronte-quadro e laterale per eseguire le manovre di manutenzione.

L'altezza interna è pari a 4,25 [m] ed a favore di sicurezza sulle pareti perimetrali di confine è prevista l'applicazione di intonaco protettivo antincendio REI 120. Sono presenti due griglie di aerazione, posizionate rispettivamente in basso e in alto sulle pareti del locale. Tali griglie sono idonee a garantire una corretta e

sufficiente ventilazione naturale e risultano conformi ai requisiti tecnici, offrendo protezione contro l'ingresso di corpi solidi e spruzzi d'acqua, come richiesto in ambienti tecnici.

Il locale può ritenersi idoneo ad ospitare il quadro elettrico "Q.ILL", nel rispetto delle normative tecniche e delle prescrizioni di sicurezza vigenti.

## 5.2 Quadri bt

Nel locale "sala quadri", situato in adiacenza alla control room, verrà installato:

- n. 1 quadro elettrico alimentato in bassa tensione denominato QILL per l'alimentazione degli impianti di illuminazione e delle telecamere dell'impianto di videosorveglianza relativi alla viabilità ed ai parcheggi di competenza SACAL. Il quadro QILL sarà connesso alla rete di distribuzione in cavidotto tramite una canalina portacavi in lamiera di acciaio asolata, pressopiegata e zincata a caldo, dotata di coperchio chiuso, delle dimensioni di 300x65 mm, posata nella cavità del pavimento flottante del locale quadri e nell'intercapedine che separa il fabbricato dall'ultimo pozzetto del cavidotto.

In prossimità della cabina C4 verranno installati:

- n. 1 quadro elettrico alimentato in bassa tensione denominato QE0 per l'alimentazione degli impianti di illuminazione dei parcheggi e delle telecamere dell'impianto di videosorveglianza relativi al parcheggio soste brevi arrivi;
- n. 1 quadro elettrico alimentato in bassa tensione denominato QE2 per l'alimentazione degli impianti di illuminazione della viabilità e dei parcheggi P1, oltre che delle relative telecamere dell'impianto di videosorveglianza.

In prossimità della cabina C5 verrà installato:

- n. 1 quadro elettrico alimentato in bassa tensione denominato QE1 per l'alimentazione degli impianti di illuminazione dei parcheggi e delle telecamere dell'impianto di videosorveglianza relativi al parcheggio soste brevi partenze.

I quadri saranno realizzati con carpenterie in materiale plastico (vetroresina rinforzata).

Il grado di protezione minimo dei quadri dovrà essere IP55.

Immediatamente a valle dell'interruttore generale di ciascun quadro elettrico, sarà installato un sistema di protezione dalle sovratensioni (SPD) di Tipo 2.

Le apparecchiature di protezione all'interno dei quadri saranno interruttori automatici magnetotermici, di tipo aperto, scatolato o modulare a seconda delle condizioni di utilizzo; gli interruttori di protezione delle linee in partenza dai quadri saranno dotati di relè di tipo differenziale.

Completeranno la dotazione dei quadri gli strumenti di misura di tipo elettronico (multimetri digitali), gli accessori di installazione, le canalizzazioni portacavi interne, le morsettiere ed i cablaggi.

La sbarra di terra di ogni quadro sarà direttamente connessa, in almeno due punti, all'impianto di messa a terra della cabina di competenza.

## 5.3 Rete bt di distribuzione

Costituiscono oggetto del presente paragrafo le reti principali (o dorsali) bt derivate dai vari quadri di illuminazione per l'alimentazione delle apparecchiature in campo, tipicamente secondo una configurazione radiale semplice.

Le linee bt di distribuzione saranno interrate in cavidotti per l'alimentazione degli impianti a servizio delle rotatorie, costituiti da tubazioni in polietilene corrugato a doppia parete, serie pesante di diametro 160 mm.

I cavi saranno a norma CPR, del tipo FG16(O)R16, delle sezioni indicate sugli elaborati di calcolo e dimensionamento.

La distribuzione terminale, dalla derivazione nel pozzetto al corpo illuminante, verrà realizzata in cavo multipolare, sempre a norma CPR, del tipo FG16OM16.

## 5.4 Cavidotti previsti esclusivamente come predisposizioni

Il progetto prevede inoltre la realizzazione delle sole predisposizioni di tutta una serie di cavidotti interrati. In particolare tali cavidotti saranno finalizzati ed a servizio delle seguenti utenze:

1. Colonnine di ricarica per autovetture elettriche (tali colonnine non sono oggetto della presente progettazione esecutiva), destinate ai parcheggi sosta breve arrivi e partenze e all'area Rent-a-car;
2. Varchi di ingresso/uscita del parcheggio aeroportuale (varchi non oggetto della presente progettazione esecutiva);
3. Check-in cabin presenti nell'area parcheggio Rent-a-car (cabine non oggetto della presente progettazione esecutiva);
4. Nuova cabina elettrica di trasformazione (per la quale è prevista la sola predisposizione del manufatto edilizio), localizzabile nel parcheggio Rent-a-car.

I cavidotti in argomento saranno realizzati mediante tubi corrugati in HDPE (High Density Polyethylene) ad elevata resistenza meccanica, idonei alla posa interrata nelle aree in oggetto. La profondità di posa dei cavidotti sarà di 1,00 m dal piano di calpestio in zona carrabile. Le dimensioni, il numero e la disposizione dei cavidotti HDPE sono esplicitamente indicate negli elaborati planimetrici e grafici di progetto, a cui si rimanda per il dettaglio.

Lungo i percorsi dei cavidotti verranno inoltre installati pozzetti prefabbricati in cls, i cui posizionamenti dimensioni e caratteristiche tecniche sono riportati negli elaborati planimetrici e di dettaglio di progetto esecutivo.

# 6 IMPIANTO DI VIDEO SORVEGLIANZA

L'area sottoposta ad osservazione comprende tutti i parcheggi a servizio dell'aerostazione (sia quelli gestiti direttamente da SACAL, sia quelli in gestione alle Società di autonoleggio), i varchi di accesso all'area aeroportuale e le tre rotatorie facenti parte della viabilità connessa.

Il sistema comprende le telecamere a colori day/night di ripresa del tipo ad alta sensibilità, un circuito di collegamento attraverso cavi dedicati del tipo coassiale schermati RG, dotate di Video encoder tipo H264, panel switch per la trasmissione in fibra ottica dei segnali delle telecamere al centro di controllo (la cui ubicazione sarà da definire con SACAL), tutto installato entro locale appositamente destinato.

Nel centro di controllo (da definirsi) sarà ubicato il rack server per la gestione e memorizzazione dei segnali, in rispetto delle normative vigenti sulla privacy. Il server sarà dimensionato per gestire fino a 180 telecamere, sarà di tipo Server rack con doppio processore quad core da 3 Ghz 24 GB Ram, n. 2 HDD, e relativo software gestionale.

Il sistema di TVCC sarà quindi collegato al sistema di trasmissione dati onde consentire la visualizzazione a distanza, nel centro di controllo del gestore dell'infrastruttura, di tutte le telecamere previste per la videosorveglianza.

I sistemi TVCC e tutte le apparecchiature ad esso connesse devono essere conformi alle specifiche tecniche SACAL. La posizione finale delle telecamere ed il loro puntamento sarà definito nelle fasi di progettazione successive.

Il sistema comprende le telecamere IP a colori day/night di ripresa del tipo ad alta sensibilità, un circuito di collegamento attraverso cavi UTP, periferiche IoT per la gestione dei segnali video e per la trasmissione remota dei segnali, tutto installato entro locale appositamente destinato.

Il nuovo impianto dovrà essere realizzato interamente con tecnologia IP, provvedere alla registrazione locale, all'analisi di immagine per rilevamento di intrusione ed all'invio di segnalazioni di allarme verso le sale operative competenti.

Le telecamere dovranno essere tutte alimentate in bassa tensione (230 V) monofase, con cavi RG16(O)R16 posati nei medesimi cavidotti utilizzati per i cavi dell'impianto di illuminazione.

Il puntamento definitivo delle telecamere dovrà essere deciso, in accordo con la Direzione Lavori, nel corso dei lavori per l'installazione dell'impianto.

# 7 DIMENSIONAMENTO LINEE BT

## 7.1 Metodologia di verifica

### *7.1.1 Protezione contro i sovraccarichi*

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

$IB \leq In \leq Iz$

$If \leq 1{,}45\ Iz$

Dove

IB = Corrente di impiego del circuito

In = Corrente nominale del dispositivo di protezione

Iz = Portata in regime permanente della conduttura

If = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale

4.1.2 Protezione contro i cortocircuiti

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

$IkMax \leq P.d.i.$

$I^2t \leq K^2S^2$

Dove

IkMax =Corrente di cortocircuito massima nel punto di installazione

P.d.I. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

$I^2t$ = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi in rame isolati in PVC (76 se alluminio)

143 per cavi in rame isolati in XLPE/EPR (94 se alluminio)

S = Sezione della conduttura

### *7.1.2 Protezione contro i contatti indiretti*

(Norma CEI 64-8/4 - 413.1.3.3/413.1.3.4/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

#### *7.1.2.1 Per sistemi TT*

Se è soddisfatta la condizione:

RE x Idn □ UL

Dove

RE = è la resistenza del dispersore in ohm;

Idn = è la corrente nominale differenziale in ampere;

UL = tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari)

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

#### *7.1.2.2 Per sistemi TN*

Se è soddisfatta la condizione:

Zs x Ia □ U0

Dove

U0 = è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.

ZS = Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente

Ia = è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale U0 per i circuiti specificati in 413.1.3.4, ed, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale, Ia è la corrente differenziale nominale di intervento.

#### *7.1.2.3 Per sistemi IT*

Se è soddisfatta la condizione:

RE x Id □ 50

Dove

RE = è la resistenza in ohm del dispersore al quale sono collegate le masse

Id = è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di Id tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico; non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra. Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64-8/4 come per i sistemi TT

quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

quando il neutro non è distribuito:

$$Z_S \leq \frac{U}{2 * I_a}$$

quando il neutro è distribuito:

$$Z'_S \leq \frac{U_0}{2 * I_a}$$

Dove

U0 = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro

U = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase

ZS = è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito

Z'S = è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito

Ia = è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN nella Tabella 41A di 413.1.3.3 o in 5 s.

### *7.1.3 Energia specifica passante*

$I^2t \leq K^2S^2$

Dove

$I^2t$ = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva $I^2t$ della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

$K^2S^2$ = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

Dove

K = coefficiente del tipo di cavo

S = sezione della conduttura

### 7.1.4 Caduta di tensione (caso generale)

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos\varphi + X_l \operatorname{sen}\varphi)$$

Dove

I = corrente di impiego IB o corrente di taratura In espressa in A

Rl = resistenza (alla TR) della linea in □/km

Xl = reattanza della linea in □/km

K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

L = lunghezza della linea in km

#### 7.1.4.1 Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04

E' possibile considerare le tabelle CEI UNEL 35023:2009-04 per determinare la caduta di tensione.

Tali tabelle forniscono i valori di impedenza dei cavi e i valori di caduta di tensione per corrente e lunghezza unitarie. Rispetto al caso generale, la resistenza è indipendente dalla temperatura raggiunta dal cavo (questa modalità di calcolo restituisce cadute di tensione superiori rispetto al caso generale).

#### 7.1.4.2 Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto

E' possibile calcolare la caduta di tensione in fase di avviamento/spunto di un'utenza.

In tal caso nella formula generale la corrente I viene sostituita dalla corrente IB x K moltiplicativo (il K moltiplicativo dovrà essere specificato sull'utenza), mentre le impedenze di linea Rl ed Xl sono valutate a 20°C.

Nel caso dei motori, il calcolo viene effettuato sulla corrente di avviamento;

Nel caso di altre utenze, il calcolo viene effettuato sulla corrente di spunto.

#### 7.1.4.3 Caduta di tensione con carico squilibrato (ib monofase)

E' possibile calcolare la caduta di tensione in caso di carico fortemente squilibrato (il massimo grado di squilibrio corrisponde ad un carico monofase). In questa condizione si simula che, in una linea trifase con neutro, venga alimentato un unico utilizzatore monofase (caso più gravoso).

#### 7.1.4.4 Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A\left(n^2 - 1\right)$$

Dove

TR = è la temperatura a regime espressa in °C

TZ = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C

TA = è la temperatura ambiente espressa in °C

n = è il rapporto tra la corrente d'impiego IB e la portata Iz del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

### 7.1.5 Lunghezza max protetta per guasto a terra

Ik min a fondo linea > Iint

Dove

Ik min =corrente di corto circuito minima tra fase e conduttore di protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze dei conduttori a monte del tratto in esame.
Iint = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla Tabella 41A di 413.1.3.3.

Il valore Iint viene rilevato dall'intersezione tra la retta del tempo (a 5s oppure secondo tab.41A) e la curva I²t della protezione (interruttori e sganciatori termomagnetici) oppure dalla curva tempo-corrente (interruttori elettronici). Se è presente un interruttore differenziale, Iint corrisponde al valore di Id.

### *7.1.6 Lunghezza max*

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

## 7.2 Formule di calcoli e verifica utilizzate dal programma

### *7.2.1 Correnti di cortocircuito*

$$Ik = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove

per Ik trifase: Un = tensione concatenata

C = fattore di tensione

K = $\sqrt{3}$

Zcc = $\sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$

per Ik fase-fase: Un = tensione concatenata

C = fattore di tensione

K = 2

Zcc = $\sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$

per Ik fase-neutro: Un =tensione concatenata

C = fattore di tensione

K = $\sqrt{3}$

Zcc = $\sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$

per Ik fase-protezione: Un = tensione concatenata

C = fattore di tensione

K = $\sqrt{3}$

Zcc = $\sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$

#### *7.2.1.1 Fattore di tensione*

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

| | Ik MAX | Ik min |
|---|---|---|
| C | 1 | 0.95 |
| R | $R_{20^\circ C}$ | $R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ C}\left(\theta_e - 20^\circ C\right)\right] R_{20^\circ C}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7)) |

dove la R 20°C è la resistenza del cavo a 20°C e Θe è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo. Il valore di default è 145°C (come riportato nell'esempio di calcolo della norma CEI 11-28)
I valori di resistenza e reattanza utilizzati per i calcoli sono riportati al punto 4.6.1.

### *7.2.2 Verifica del potere di chiusura in cortocircuito*

(Norme CEI EN 60947-2)

IP ≤ ICM

Dove

IP = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)
ICM = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

#### *7.2.2.1 Valore di cresta ip della corrente di cortocircuito*

Il valore di cresta IP è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$\mathbf{I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''}$$

Dove

IKII = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito
KCR = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

KCR = 1,02+0,98 e -3*Rcc/Xcc

Il valore di IP può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di ICM è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

ICM = ICU * n

Dove:
ICU = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito
n = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

| Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace | Fattore di potenza | n = Valore minimo del fattore n potere di chiusura in cortocircuito potere di interruzione in cortocircuito |
|---|---|---|
| 4,5 ≤ I ≤ 6 | 0,7 | 1,5 |
| 6 < I ≤ 10 | 0,5 | 1,7 |
| 10 < I ≤ 20 | 0,3 | 2,0 |
| 20 < I ≤ 50 | 0,25 | 2,1 |
| 50 < I | 0,2 | 2,2 |

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)

## 7.3 Lettura tabella riepilogative di verifica

4.3.1 Dati relativi alla linea

Sigla = identificativo alfanumerico introdotto nello schema

Sezione = formazione e sezione della conduttura

es.: 4x50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase

es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase (F), neutro (N), protezione (PE); in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.).

(la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle tabelle)

lunghezza = lunghezza della conduttura in metri

### *7.3.1 Secondo tabelle UNEL 35024/1*

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/1U__2/30/1

Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)

Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

### *7.3.2 Secondo rapporto CENELEC RO 64-001 1991*

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/A2__2/30/1

Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)

Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 (vedere tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

### *7.3.3 Secondo tabelle UNEL 35024/70*

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi (es.115/01-01/30/1)

Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR)

Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva)
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

### *7.3.4 Dati relativi alla protezione*

(letti da archivio apparecchiature)
tipo e curva = Stringa di testo del tipo di apparecchiatura
numero dei poli = Poli dell'apparecchiatura
corrente nominale (In) = Corrente di taratura della protezione
potere di interruzione (P.d.I.) = Potere di interruzione della apparecchiatura
corrente differenziale (Id) = Corrente differenziale della protezione
corrente di intervento = Corrente di intervento della protezione

## 7.4 Parametri elettrici

$I^2t \leq K^2S^2$ = (valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)
Ik max a fondo linea = Corrente di corto circuito massima a fine linea
Ik min a fondo linea = Corrente di corto circuito minima a fondo linea
Igt fase/protezione a f.l. = Corrente di corto circuito fase/PE a fondo linea
$I^2t$ inizio linea = Energia specifica passante massima ad inizio linea
$I^2t$ fondo linea = Energia specifica passante massima a fondo linea
$K^2S^2$ = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
IB = Corrente nominale del carico
In = Corrente di taratura della protezione
Iz = Portata della conduttura
If = Corrente di funzionamento della protezione
C.d.t. con IB = Caduta di tensione con la corrente del carico
C.d.t. con In = Caduta di tensione con la corrente di taratura
Lungh. max protetta per g.t. = Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A
Lunghezza max = Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di tensione inferiore al valore massimo impostato.